

Jährlich werden wenigstens 30 Bogen nebst Beilagen in 24 Nummern ausgegeben. Bestellungen nehmen alle Buchhandlungen des In- und Auslandes an. Der Vierteljahrgang kostet 1 fl. 30 kr. C. M., der ganze Jahrgang 6 fl. C. M.

Zeitschrift

des

österreichischen Ingenieur-Vereines.

Ankündigungen, welche dem Zwecke der Zeitschrift entsprechen, werden aufgenommen und portofrei erbeten. Einrückungsgebühr für die gebrochene Petitzeile für einmal 4 kr., für zweimal 6 kr., für dreimal 8 kr. C. M. Adresse: Teinfaltstraße Nr. 72.

Nr. 10.

Wien, im Mai.

1849.

Inhalt: Das atmosphärische System beim Eisenbahnbau in theoretischer und in practischer Hinsicht betrachtet. (Mit einer Zeichnungsbeilage.) (Fortsetzung.) — Anwendung electrischer Uhren bei den Eisenbahnen — Ueber den Einfluß starker Steigungen auf die Herstellung- und Betriebskosten der Eisenbahnen. — IV. Verzeichniß jener im Jahre 1848 in Deutschland erschienenen Werke, welche auf die im Ingenieur-Vereine vertretenen Wissenschaften Bezug nehmen.

Das atmosphärische System beim Eisenbahnbau, in theoretischer und in practischer Hinsicht betrachtet.

(Mit einer Zeichnungsbeilage).

(Fortsetzung.)

Ich habe bisher die beiden Arbeitsperioden der Pumpe für die Förderung eines Zuges in Betrachtung gezogen und dabei die Kraftintensität der Dampfmaschine, welche dieselbe in Bewegung setzt, unberücksichtigt gelassen.

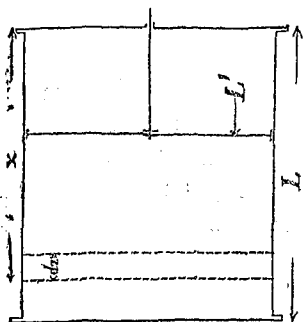
Um auch hierüber Rechenschaft zu geben, bemerke ich, daß zwar die Summe der Leistungen der Pumpe für einen herzustellenden Dichtegrad um so größer sein wird, je vollkommener die Verdünnung der Luft in der Trieböhre beabsichtigt ist, daß aber in Bezug auf die Intensität der Kraft, welche diese Arbeit vollbringen soll, aus dem Grunde nicht derselbe Fall eintreten kann, wenn man bedenkt, daß sowohl für den Augenblick, wo noch gar keine Luftverdünnung stattgefunden, als auch für jenen, in welchem diese den practisch vollkommensten Grad der Verdünnung erreicht hat, der Druck der Luft im Pumpcylinder sowohl über, als unter dem Pumpkolben sich beinahe das Gleichgewicht bieten wird, folglich auch der größte zu leistende Kraftaufwand nothwendig zwischen diesen beiden Grenzen gesucht werden muß. Dessen Größe zu ermitteln, sei meine nächste Aufgabe.

Aus einem Behälter mittelst einer Pumpe die Luft auszusaugen, heißt nichts anders, als das darin enthaltene Luftvolumen hiebweise:

- 1) zur Dichte der äußeren Atmosphäre zusammenzudrücken, um es
- 2) hierauf aus dem Cylinder abzuführen.

Um von der Kraft Rechenschaft zu geben, welche für die Pumpe erforderlich ist, damit diese im Stande sei, das abzuführende Luftvolumen von einer gegebenen Dichte bis zu jener der äußeren Atmosphäre zusammenzudrücken, werde ich vorerst versuchen die allgemeine Arbeitsgleichung hiefür aufzustellen.

Fig. 1.



Es bezeichne:

- L die Länge oder die Höhe des Pumpcylinders,
- S den Querschnitt desselben,
- V seinen kubischen Inhalt.
- D die Dichte der Luft in demselben, im Augenblicke, wo die Rechnung vorgenommen wird,
- P den Druck der Luft im Inneren desselben auf die Flächeneinheit des Kolbens,
- L' die Länge oder die Höhe des Zylinders,

welche dem zur Dichte der äußeren Atmosphäre zusammengebrachten Luftvolumen V des ganzen Zylinders, von der Dichte D entspricht.

V' das entsprechende Volumen hiefür,

P' den Druck der äußeren Atmosphäre auf die Flächeneinheit des Kolbens,

x die Länge oder die Höhe des Zylinders für einen beliebigen Punkt zwischen L und L',

$P \frac{L}{x}$ der diesem Punkte x entsprechende Luftdruck auf die Flächeneinheit des Kolbens,

so können folgende Größen als gegeben angenommen werden:

Gegeben	zu Anfang	zu Ende	in einem beliebigen Augenblicke
Länge des von der Luft eingenommenen Zylinders, je nach der Verschiedenheit der Dichte derselben	L	L'	x
Querschnitt des Zylinders	S	S	S
Das dem Dichtegrad der Luft entsprechende Volumen	$V=LS$	$V'=L'S$	xS
Der dem obengenannten Volumen entsprechende Druck auf die Flächeneinheit des Kolbens	P	$P'=P \frac{L}{L'}$	$P \frac{L}{x}$
Entsprechender Druck auf die Totaloberfläche des Kolbens	SP	$SP'=SP \frac{L}{L'}$	$PS \frac{L}{x} = P \frac{V}{x}$ (da $SL=V$)

Bekanntlich ist die Arbeit einer constanten Kraft gleich der Intensität dieser Kraft, multiplicirt mit dem von ihr zurückgelegten Weg. Da nun für den in Betrachtung gezogenen Fall die Intensität derselben zwischen L und L' mit jedem Augenblicke eine veränderliche Größe bildet, so bestehet die Elementararbeit des Kolbens, für einen beliebigen Punkt x aus der Größe $PV \frac{dx}{x}$, daher das Integral aller Elementararbeiten zwischen L—L' aus dem Ausdrucke:

$$\int_L^{L'} PV \frac{dx}{x} = PV \int_L^{L'} \frac{dx}{x} \quad (6).$$

Wegen der Lösung dieses Ausdruckes bemerkt man, daß das Integral

von $\frac{dx}{x}$ bekanntlich gleich $\frac{\log x}{\log e} + C$ ist, worin e die Basis des natürlichen Logarithmensystems $= 2.7182818$ darstellt; ihr Logarithmus ist $= 0.43429$ folglich $\frac{1}{\log e} = 2.302585$. Da von dem Totalvolumen des Cylinders ausgegangen wurde, so wird die Constante $C = 0$, und die Summe oder das Integral aller Punkte x zwischen L und L' gerade gleich dieser Länge $L - L'$.

Der Ausdruck (6) gibt demnach:

$$PV \int_{L'}^L \frac{dx}{x} = 2.303 PV \log (L - L') = 2.303 PV \log \frac{L}{L'} \quad (7).$$

Sei nun:

T die Totalarbeit des Kolbens, während derselbe den Weg $L - L'$ zurücklegt,

und substituirt man wegen Vereinfachung der practischen Rechnungen anstatt den Längen L und L' die denselben entsprechenden Luftinhalte $V = SL$ und $V' = SL'$, so erhält man für die gesuchte Arbeitsgleichung der Function (1) Seite 81:

$$T = 2.303 PV \log \frac{V}{V'} \quad (8).$$

Diese Gleichung gilt also für den Fall des Zusammenrückens der Luft. Würde es sich um die Arbeit handeln, welche irgend eine Gasart bewerkstelliget, so wird man, im Falle sich dieselbe ausdehnt, in Gleichung (8) umgekehrt schließen, d. h. $T = 2.303 P'V' \log \frac{V}{V'}$ setzen, in so fern P' den anfänglichen Druck auf die Flächeneinheit, und V' den anfänglich eingenommenen Rauminhalt bedeutet.

Damit man nun aus der obengegebenen Gleichung (8) finden könne, für welchen Dichtegrad der Luft die Maximalleistung der Pumpe erforderlich sei, wird es nöthig sein, die numerischen Werthe der Barometerscala und die ihren Höhen entsprechenden Luftdichten in Rechnung zu bringen. Um indeß daraus für das bereits Gesagte und noch zu Sagende einen direct anwendbaren Nutzen schöpfen zu können, wird es zweckmäßig sein, die Dimensionen des Pumpcylinders nicht willkürlich anzunehmen, sondern die nöthige Leistung der Pumpmaschine gleich für eine Einheit, d. i. für den Cubikfuß $= 1728$ Cubikzoll zu ermitteln, da man dadurch eine Zahl erhält, mit welcher für alle vorkommenden Fälle, die für die Secunde auszufaugende Luftmenge, gleichfalls in Cubikfüßen ausgedrückt, nur multiplicirt zu werden braucht, um die theoretische Totalleistung der Maschine für den entsprechenden Dichtegrad angeben zu können.

Wegen deutlicherer Uebersicht der Berechnungen für jeden einzelnen Zoll der Barometerscala sammelte ich die den einzelnen Factoren zustehenden Zahlenwerthe in der nachstehenden Tabelle, wobei ich ein für allemal bemerke, daß ich mir den doppelarmigen Barometer mit dem Behälter, aus welchem die Luft auszufaugen ist, derart in Verbindung gesetzt denke, daß sein Nullpunkt der Dichte der äußeren Atmosphäre, die vollkommene Luftleere aber der Höhe von 28 Wiener Zoll entspricht. Es wird demnach die Luftverdünnung in dem in Frage stehenden Behälter um so vollkommener bewerkstelliget worden sein, je höher das Quecksilber im Barometerarme gestiegen ist.

Die Zahlen in den Columnen dieser Tabelle beziehen sich auf die Buchstabenwerthe der Gleichung (8). — Da die Dichte der äußeren Luft bei einer äußeren Barometerhöhe von 28 Zoll, oder bei einer inneren Höhe von 0 Zoll gleich der Einheit gesetzt wird, so erhält man Columnne (III) durch die Proportion: es verhalten sich die Luftdichten wie die äußeren Barometerhöhen. Will man z. B. die Dichte der Luft im Cylinder kennen lernen, wenn das Barometer

darin 18 Zoll zeigt, so wird, da 18 Zoll innerer, 10 Zoll äußerer Höhe entspricht:

$$28 : 10 = 1 : x; x = \frac{10}{28} = 0.357.$$

Die Columnne V erhält man durch die Proportion: es verhalten sich die Druckintensitäten wie die Dichten der Luft. Da der Druck der äußeren Atmosphäre auf den Quadratzoll mit 12.4 Wiener Pfunde gerechnet wird, so ergibt sich der Druck der Luft im Cylinder für eine Barometerhöhe von 18 Zoll, durch folgenden Ansatz:

$$1 : 0.357 = 12.4 : x; x = 4.426.$$

Columnne VII wird durch die Proportion erhalten: es verhalten sich die Volumen umgekehrt wie die Drücke. Für einen 18 Zoll hohen Barometerstand im Cylinder hat man für das zur Dichte der äußeren Atmosphäre zusammengebrückte Luftvolumen, da ein Cubikfuß $= 1728$ Cubikzoll ist,

$$12.4 : 4.426 = 1728 : x; x = 616.85 \text{ Cubikzoll.}$$

Columnne X ergibt sich durch die Subtraction der Columnne IX von der Columnne VIII.

Columnne XI gibt für die Function (1) Seite (81) die Leistung der Pumpe in Pfunden, einen Zoll hoch gehoben, für die verschiedenen Höhen der Barometerscala, und zwar aus der Arbeitsgleichung (8) berechnet.

Durch die nähere Einsichtnahme dieser Zahlentabelle wird man bemerken, daß bei einer inneren Barometerhöhe von 0 Zoll die Leistung der Pumpe $= 0$ ist. Substituirt man in der That in Gleichung (8) die den Buchstabenbezeichnungen zustehenden numerischen Werthe, so wird:

$$T = 2.303 \times 12.4 \times 1728 \times \log \frac{1728}{1728} = 0,$$

denn es ist $\log \frac{1728}{1728} = \log 1 = 0$.

Gbenso verhält es sich bei einer inneren Barometerhöhe von 28 Zoll; denn es ist:

$$T = 2.303 \times 0 \times 1728 \times \log \frac{1728}{0} = 0$$

indem sowohl P , als auch $\log \frac{1728}{0} = \frac{3.2375437}{-\infty} = 0$ ist.

Hingegen erhalten wir für eine innere Barometerhöhe von 18 Zoll den größten Werth von T , und zwar:

$$T = 2.303 \times 4.42 \times 1728 \times \log \frac{1728}{616.85} = 2.303 \times 4.42 \times 1728 \times 0.4474698 = 7868.95$$

d. h. gleich 7868.95 Pfund einen Zoll hoch gehoben; oder da es allgemein üblich ist, die Leistung der Maschinen in einer gewissen Anzahl Pfunden einen Fuß hoch gehoben zu rechnen, so erhält man durch die Division der Zahlen aus Columnne XI mit 12, jene der Columnne XII. Für den oben gesuchten Fall von 18 Zoll innerer Barometerhöhe wird auf diese Weise:

$$T = \frac{7868.95}{12} = 655.74$$

d. h. 655.74 Pfund in der Secunde einen Fuß hoch gehoben.

Es wäre nicht nöthig gewesen, die Resultate der Gleichung (8) durch 12 zu dividiren, wenn darin V und V' nicht in Cubikzollen, sondern in Cubikfüßen angenommen worden wären. Allein da aus den bereits erwähnten Gründen für V der specielle Fall der Einheit des Cubikfußes gewählt wurde, so mußte dadurch sein Werth nothwendig in Cubikzollen ausgedrückt werden, da sonst der Bruch $\log \frac{V}{V'}$ gleich dem Ausdrucke $\log \frac{1}{V'}$ geworden wäre, welche Annahme aber zu keinem Resultat geführt hätte, da bekanntlich $\log 1 = 0$ ist.

Tab. I. Vergleich der erforderlichen Kraftintensität der Pumpe pro auszuziehenden Cub.-Fuß Luftvolumen für die verschiedenen Höhen der Barometerscala.
(Siehe Gl. 8 u. 9 auf Seite 81 u. 84 des Textes.)

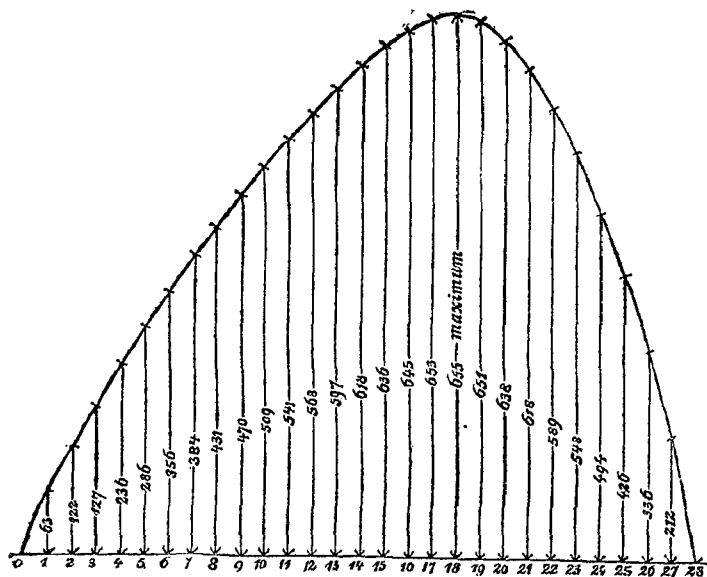
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX
Barometer- scala in Zoll.	Dichte der äußeren Atmosphäre	D	P'	P	V	V'	log. 1728	log. V'	log. $\frac{V}{V'}$	T in Pfunden einen Zoll hoch gehoben	T in Pfunden einen Fuß hoch gehoben	P=P-P'	P, V'	T, in Pfunden einen Fuß hoch gehoben	Vergleichende Diagrammen nach d. Vertheilung d. Dr. Stephenson	Verhältnis der theoret. Dia- gramms- oberfläche zur pract. des Herrn Stephenson	Wraft. Worth von T in Pfd. einen Fuß hoch gehoben	Einheit einer Pferde- kraft	T in Pferdekraften ohne mit Rückficht auf den Wirk- effectcoefficienten der Dampfmaschine
28	0	1	1.000	12.4	12.400	1728	1728.00	3.2375437	3.2375437	— „ 0 „ —	— „ 0 „ —	— „ 0 „ —	— „ 0 „ —	— „ 0 „ —	— „ 0 „ —				
27	1	„	0.964	„	11.953	„	1665.85	„	3.2214242	0.0161295	766.84	63.90	0.446	724.96	61.91			430	
26	2	„	0.928	„	11.507	„	1603.58	„	3.2049335	0.0326932	1465.34	122.11	0.892	1430.39	119.19			„	
25	3	„	0.892	„	11.060	„	1536.53	„	3.1863912	0.0511525	2249.12	187.42	1.339	2058.95	171.58			„	
24	4	„	0.857	„	10.626	„	1480.89	„	3.1702617	0.0672820	2841.62	236.80	1.773	2621.17	218.43			„	
23	5	„	0.821	„	10.180	„	1418.68	„	3.1516762	0.0858675	3443.53	286.96	2.219	3149.46	262.45	1	1:1.270	„	
22	6	„	0.785	„	9.734	„	1340.35	„	3.1271048	0.1104389	4276.59	356.38	2.665	3565.33	297.11	3	„ 1.266	„	
21	7	„	0.750	„	9.300	„	1297.61	„	3.1129400	0.1246037	7611.46	384.28	3.100	4022.59	335.21	6	„ 1.206	„	
20	8	„	0.714	„	8.853	„	1232.50	„	3.0906107	0.1469330	5178.99	431.58	3.546	4363.58	363.58	11	„ 1.216	„	
19	9	„	0.678	„	8.407	„	1171.58	„	3.0685569	0.1689868	5650.77	470.90	3.992	4674.60	389.55	14	„ 1.200	„	
18	10	„	0.642	„	7.960	„	1109.39	„	3.0444931	0.1930506	6113.75	509.48	4.439	4925.69	410.47	20	„ 1.186	„	
17	11	„	0.607	„	7.526	„	1048.89	„	3.0203613	0.2171824	6502.22	541.85	4.873	5107.11	425.59	23	„ 1.174	„	
16	12	„	0.571	„	7.080	„	989.91	„	2.9955913	0.2419524	6816.04	568.00	5.319	5266.32	438.86	28	„ 1.166	„	
15	13	„	0.535	„	6.634	„	924.48	„	2.9658599	0.2716838	7170.39	597.53	5.766	5325.00	443.75	32	„ 1.160	„	
14	14	„	0.500	„	6.200	„	864.00	„	2.9365137	0.3010300	7426.69	618.72	6.200	5356.80	446.40	38	„ 1.134	„	
13	15	„	0.464	„	5.753	„	801.71	„	2.9040119	0.3335318	7635.33	636.28	6.647	5423.35	451.94	43	„ 1.152	„	
12	16	„	0.428	„	5.305	„	739.55	„	2.8689382	0.3666055	7742.58	646.04	7.093	5243.40	436.95	47	„ 1.170	„	
11	17	„	0.392	„	4.860	„	677.39	„	2.8307811	0.4067626	7860.18	653.59	7.540	5107.52	425.62	53	„ 1.200	„	
10	18	„	0.357	„	4.426	„	616.85	„	2.7900739	0.4474698	7868.95	655.74	7.974	4918.20	409.83	57	„ 1.23	806	1.875 2.625
9	19	„	0.321	„	3.980	„	554.63	„	2.7439799	0.4935638	7816.42	651.45	8.420	4669.98	389.16	60	„ 1.280	„	
8	20	„	0.285	„	3.534	„	492.47	„	2.6923180	0.5452257	7666.61	638.88	8.866	4359.28	363.27	65	„ 1.210	„	
7	21	„	0.250	„	3.100	„	432.00	„	2.6354837	0.6026000	7421.41	618.45	9.300	4017.60	334.80	69	1.200	741	1.720 2.400
6	22	„	0.214	„	2.653	„	369.79	„	2.5678495	0.6696942	7070.54	589.21	9.747	3601.75	301.14	73	„ 1.190	„	
5	23	„	0.178	„	2.207	„	307.55	„	2.4878451	0.7496986	6584.48	548.70	10.192	3133.93	261.61	76	„ 1.180	„	
4	24	„	0.142	„	1.760	„	245.26	„	2.3895205	0.8480232	5939.44	494.95	10.639	2607.11	217.26	80	„ 1.150	„	
3	25	„	0.107	„	1.326	„	184.79	„	2.2669369	0.9706068	5121.78	426.81	11.073	2047.61	170.61	85	„ 1.110	„	
2	26	„	0.071	„	0.885	„	123.29	„	2.0906107	1.1469330	4037.35	336.44	11.514	1861.67	155.14	„	„	„	
1	27	„	0.035	„	0.035	„	61.69	„	1.7902148	1.4473289	2548.71	212.40	11.958	737.20	61.47	„	„	„	
0	28	„	0.000	„	0.000	„	0.00	„	— ∞	— „ 0 „ —	— „ 0 „ —	— „ 0 „ —	— „ 0 „ —	— „ 0 „ —	— „ 0 „ —	„	„	„	

Ich schließe hieraus, daß die Kraft der Maschine nothwendig für dieses Maximum berechnet sein muß, wenn in der Triebbröhre eine Dichte erzeugt werden soll, die über 18 Zoll innerer Barometerhöhe hinausreicht, welcher Fall übrigens in der practischen Anwendung dieses Systems vielfach erforderlich sein wird. — Die Berücksichtigung dieses Umstandes ist von größter Wichtigkeit wegen der Beurtheilung des atmosphärischen Systems, weil man leicht durch dessen Uebersehen Gefahr laufen kann, die Maschinen entweder zu stark, oder was noch schlimmer ist, zu schwach zu construiren, und somit den Nugeffect des Systems gänzlich zu compromittiren.

Auch wird dadurch zugleich die irrige Ansicht jener Autoren widerlegt, welche in der Aufstellung ihrer Hypothesen für die Leistungsfähigkeit dieses Systems, die Maximalkraft der Dampfmaschine aus der Summe der Leistung der Pumpe, welche diese während der ganzen Dauer der Förderung des Zuges vollbringt, abzuleiten glauben, (z. B. Crelle in seiner Abhandlung über atmosphärische Eisenbahnen, Berlin 1846). Bei einer solchen Annahme werden dieselben offenbar bloß die Intensität einer mittleren Kraft erhalten, welche für jeden besondern Fall speciell genommen, ohne Ausnahme viel zu schwach sein wird, um den verlangten Dichtegrad hervorzu- bringen. Eine derartige Verfahrensweise kann offenbar nur da stattfinden, wo es sich bloß darum handelt, für die Zeit der Förderung des Zuges den Nugeffect des Triebkolbens mit jenem der Pumpmaschine annähernd zu vergleichen; bei Weitem aber nicht für den Fall, wo eine zweckmäßige Einrichtung eines neu zu construierenden Apparates erzielt werden soll.

Werden auf einer Abscissenlinie die Barometerhöhen von 0 bis 28 Zoll und auf die Ordinaten dieser Höhenpunkte die entsprechende Leistung des Pumpkolbens aufgetragen wird, so ergibt sich eine bildliche Darstellung der Natur der Arbeit der Pumpmaschine für alle Höhen der Barometerscala. Indem ich dieses durch die beigegebene Skizze versinnliche, bemerke ich nur, daß hier wegen des zu beengten Raumes die correspondirenden Höhen dimensionen in verjüngtem Maßstabe verzeichnet werden mußten, daher auch die dargestellte Curve als eine bloße Annäherung zur wirklichen zu betrachten ist.

Figur 2.



Die obenermittelte Zahl von 655.74 Pfund in der Secunde einen Fuß hoch gehoben, bildet demnach für die Function der Zusammendrückung der Luft im Pumpcylinder den theoretischen Ausdruck der größten Arbeitsleistung der Maschine pro Cubikfuß auszuhebenden Luftvolumens.

Nachdem ich diese erste Leistung des Pumpkolbens während eines Hubes in Betrachtung gezogen, und dieselbe hauptsächlich auf dessen

Maximalarbeit ausgedehnt habe, will ich letztere auch für die zweite Leistung desselben Hubes, d. h. für die Periode der Abführung der Luft aus dem Cylinder berechnen, und zugleich die Frage beantworten, welche von den erwähnten beiden Leistungen die größere Kraft der Maschine in Anspruch nehmen wird.

Um über die dabei befolgte Berechnungsweise jeden Zweifel gleich im vorhinein zu beseitigen, will ich den obigen Erörterungen über die erste Function, noch einige Bemerkungen über die Rückwirkung des veränderlichen Druckes der Luft auf die Arbeitsleistung der Maschine, welcher an der rückwärtigen Seite des Kolbens stattfindet, beifügen.

Bei jedem Kolbenhub wird die Dichte der aus der Triebbröhre in den Pumpcylinder strömenden Luft an Intensität beständig, und zwar im Verhältnisse des Volumens der Triebbröhre zu jenem des Pumpcylinders abnehmen.

Ich behaupte, daß die Ursache der practisch zulässigen Verhältnisse zwischen den obgenannten beiden Volumen, diese Veränderung der Luftdichte hinter dem Kolben während eines Hubes, für die Berechnung der Maximalkraft der Dampfmaschine durchaus von keinem Einflusse sein wird, und ganz und gar vernachlässigt werden könne.

Als Beweis wird ein einfaches practisches Beispiel genügen.

Es betrage der Rauminhalt der Triebbröhre bei einer Länge von 12000 Fuß und 1.5 Fuß Nöhrendurchmesser, 21.204 Cubikfuß; ferner das von der Pumpe in der Secunde auszuhebende Luftvolumen 160 Cubikfuß, wofür zwei Pumpcylinder in Thätigkeit sein mögen. Rechnet man die Geschwindigkeit eines Pumpkolbens zu 1.5 Fuß in der Secunde, und gibt der Höhe der Pumpcylinder das 4fache dieser Zahl, d. i. 6 Sch., so erzeugen dieselben, mit jedem Kolbenhub, zusammen ein Volumen von 640 Cubikfuß, d. h. es verhält sich das Volumen der Pumpcylinder zu jenen der Triebbröhre, wie 640 zu 21.204, oder wie 1 zu 33. Da nun nach Tab. I. der Maximalkraft der Pumpe eine Dichte von 0.357 entspricht, und die Volumen sich umgekehrt wie die Dichten verhalten, so wird jene der Luft hinter den beiden Kolben nach vollbrachtem Hube gleich $\frac{21204 \times 0.357}{21844} = 0.345$, demnach

nach der Unterschied der zu Anfang des Hubes bestandenen Dichte gleich der geringen Bruchzahl $\frac{1}{100}$.

Es kann hieraus geschlossen werden, daß für jeden einzelnen Hub der Pumpe im Allgemeinen, und für jenen der Maximalkraft der Maschine speciell genommen: die Dichte der Luft hinter dem Pumpkolben als eine vollkommen stättige Größe zu betrachten ist, und daß demnach, abgesehen von jeder Dimension des Apparates, wie für die erste, so auch für die zweite Leistung eines Hubes, die Einheit des Cubikfußes als Basis der Berechnungen angenommen werden könne.

Ich erinnere hiefür an die auf Seite 81 gegebenen Buchstabenzeichnungen und heiße noch

$P, = P' - P$ den Unterschied des Luftdruckes über und unter dem Kolben für jenen Augenblick, in welchem derselbe seine erste Function vollbracht hat,

T , die Totalarbeit des Kolbens für die jetzt zu erwägende zweite Leistung, so ist:

$$T, = V'P, = SL' \times P, \quad (9)$$

Numerisch wird dieser Werth für die Maximalkraft pro Cubikfuß auszuhebenden Volumens, mit Beziehung auf die in der Tabelle I für P , und V' angegebenen Zahlenbeträge:

$$T, = 616.78 \times 7.974 = 4918.2$$

d. h. 4918 Pfund in der Secunde einen Zoll hoch gehoben, oder:

$$T, = \frac{4918}{12} = 409.83 \text{ Pfund}$$

in der Secunde einen Fuß hoch gehoben.

Da ich weiter oben die Maximalleistung der Maschine für die erste Leistung des betreffenden Hubes mit 655.74 angegeben, für die

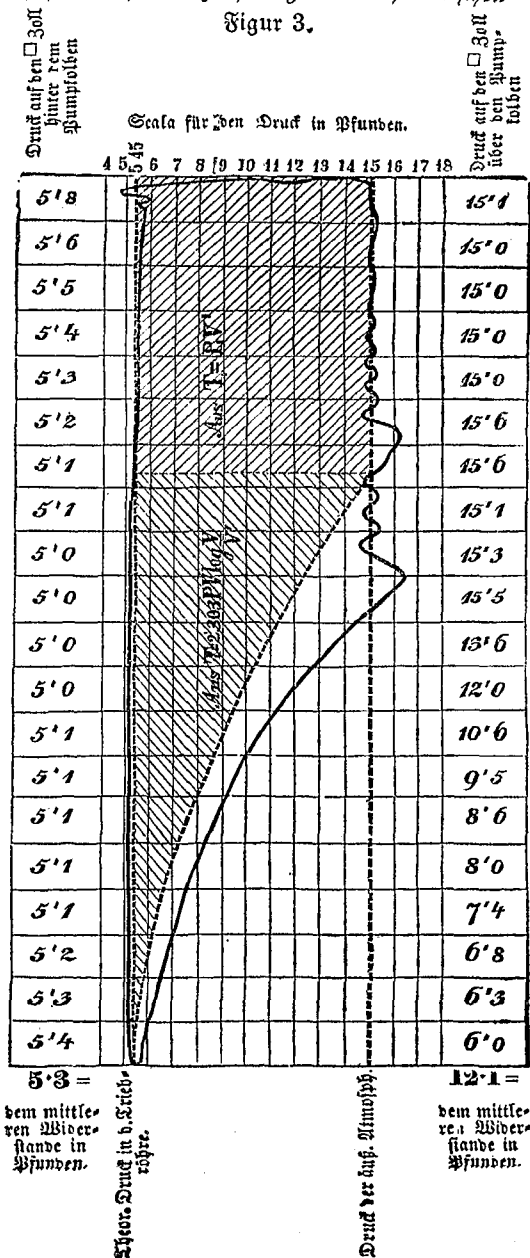
zweite aber so eben die Zahl 409⁵³ gefunden habe, so erhellt hieraus, daß es die erste sei, welche die größere Kraft der Maschine in Anspruch nimmt, und daher diese allein in ihrem obengefundenen Werthe als Basis der Berechnung für die theoretische Maximalleistung der Pumpmaschine angenommen werden müsse.

Führt man weiter fort über die nöthige Kraftintensität der Pumpmaschine in diesem Systeme sich Rechenschaft zu geben, so ergibt sich durch Einsicht des Berichtes vom Herrn Schmid, und durch Vergleich der aus zahlreichen Versuchen hervorgegangenen Diagrammen des Herrn Stephenson, die Thatsache, daß der practische Widerstand, welchen die Aushebung der Luftmenge darbietet, größer sei, als es der oben berechnete theoretische Maximalwerth angibt; welcher Umstand übrigens durch die Trägheit der Ventile, durch die Erhitzung der Luft in Folge ihrer Zusammendrückung, ferner durch die im Pumpcylinder nothwendig vorhandenen schädlichen Räume leicht erklärlich wird.

Da nun dem oben angegebenen theoretischen Drucke von 4⁴²⁶ österreichischen Pfunden auf den österreichischen Quadrat Zoll, ein solcher von 5⁴⁵ englischen Pfunden auf den englischen Quadrat Zoll entspricht; ferner da noch aus Tabelle V des Berichtes des Herrn Schmid ersichtlich ist, daß der practische Maximalwiderstand auf den Quadrat Zoll Kolbenfläche 6⁸ englische Pfund betrage, und auf diese letzteren Zahlen sich das 57. Diagramm des Herrn Stephenson bezieht, so ergibt sich durch Einzeichnung des theoretischen Diagramms

Figur 3.

Mr. 57tes Diagramm aus dem Bericht des Herrn Stephenson.



(hier in Fig. 3 mit Strichen angedeutet), und dieses vergleichungsweise als Einheit gerechnet, ein Verhältniß der vorgezeichneten Arbeitsflächen von:

$$1 : 1.23,$$

mit welcher Zahl demnach das theoretische Resultat der Columne (XII), Tab. I, multiplicirt werden muß, um die practische Maximalleistung der Maschine pr. auszuhebenden Cubikfuß feststellen zu können.

Ich habe die, den verschiedenen Höhen der Barometerscala entsprechenden Werthe in Columne (XVIII), Tab. I, verzeichnet, und in Rücksicht auf den speciellen Fall der nöthigen Maximalleistung der Pumpe, d. i. für den Fall einer Luftverdünnung von 18 Zoll innerer Barometerhöhe oder 0³⁵⁷ Dichte, die Zahl:

$$655.7 \times 1.23 = 806 \text{ Pfund in der Sec. einen Fuß hoch gehoben,}$$

$$\text{oder: } \frac{806}{430} = 1.875 \text{ Pferdekkräfte}$$

gefunden, welches Resultat mit jenem, aus den erwähnten practischen Versuchen hervorgegangenen in vollem Einklange steht (siehe Punct 2, lit. b S. 74).

Dabei wird bemerkt, daß dieser obige Werth sich bloß auf den Pumpkolben allein bezieht, und von dem Nutzeffectcoefficienten der Dampfmaschine, d. h. von dem Verhältnisse der Kraft, welche diese erfordern wird, um die Reibung und sonstige Widerstände ihrer eigenen Bestandtheile überwinden zu können, noch gänzlich unabhängig ist. — Es wird dieses Verhältniß natürlich ganz und gar mit der Wahl des Systems der Maschine und mit der mehr oder weniger vollkommenen Anordnung in der Constructionsweise derselben veränderlich sein; indeß bleibt es für alle Fälle zweckmäßig, dabei den Dampf mit Hochdruck, Condensation und Expansion in Anwendung zu bringen, für welchen Fall dann die Maschinen bekanntlich 60 bis 70 % reinen Nutzeffect geben, und wornach als Maximalleistung pr. auszuhebenden Cubikfuß:

$$1.875 + 1.875 \frac{40}{100} = 2.625 \text{ Pferdekkräfte}$$

erforderlich sein werden.

Wird anstatt der Dichte von 18" innerer Barometerhöhe jene der vortheilhaftesten Förderungsichte in Betracht gezogen, so würde diese Intensität, aus den Zahlenwerthen der Tab. I berechnet,

$$1.72 + 1.72 \frac{40}{100} = 2.4 \text{ Pferdekkräfte betragen.}$$

Es ist in diesem Systeme unbedingt nöthig, sich von der Zeitdauer Rechenschaft zu geben, welche bei den angenommenen Dimensionen des Apparates erforderlich wird, um die verlangte Luftverdünnung in der Triebröhre zu bewerkstelligen.

Ich werde für die Lösung dieser schwierigen Aufgabe vorerst annehmen, der Apparat wäre vollkommen luftdicht, d. h. es komme in Rücksicht auf eine zu bewirkende Luftverdünnung bloß der Raum in der Triebröhre in Betrachtung; dann werde ich jene Luftmenge in Rechnung bringen, welche sich abgesondert vom Inhalte der Trieb- röhre auf die Undichte des Apparates allein bezieht, und hierauf erst aus der Combinirung beider Fälle die endliche Gleichung für die in Frage stehende Zeitdauer ableiten.

Es bezeichne demnach einerseits:

W das Volumen der Triebröhre,

V das Volumen der Pumpe,

d die verlangte Dichte,

n' die Anzahl der Kolbenhube, um für den in erster Hypothese gesetzten Fall im inneren Raum der Trieb- röhre die Dichte d zu bewerkstelligen,

W' die Luftmenge oder Anzahl Cubikfüße, welche in veränder-

licher Dichte von 1 bis δ während dieser n Kolbenhube ausgefogen wurden,
so wird offenbar:

$$W' = Vn' \quad (10)$$

worin:

$$n' = \frac{\log \delta}{\log W - \log (W + V)} \quad (11)$$

In der That hat man mit dem:

1. Kolbenhube, $\delta = 1 \times \frac{W}{W+V}$; denn es besteht die Proportion:

$$\delta : 1 = V : W + V \text{ woraus } \delta = \frac{W}{W+V};$$

2. " $\delta_{II} = \delta \cdot \frac{W}{W+V} = \frac{W^2}{(W+V)^2}$;

3. " $\delta_{III} = \delta_{II} \cdot \frac{W}{W+V} = \frac{W^3}{(W+V)^3}$;

n'ten " $\delta = \frac{W^n}{(W+V)^n}$; aus welcher letzten Gleichung:

$\log \delta = n' (\log W - \log [W + V])$ folglich:

$$n' = \frac{\log \delta}{\log W - \log (W + V)}$$

Heißt hingegen anderseits:

v das von der Pumpe in der Secunde erzeugte Volumen,

w das Volumen der in die Triebrohre per Secunde eindringenden veränderlichen und constanten Luftmenge, und zwar von der Dichte der äußeren Atmosphäre,

t die ganze Zeitdauer der Wirkung der Pumpe,

W'' das von der Pumpe während dieser Zeit t auszufaugende Undichtheitsvolumen,

n die definitive Anzahl Kolbenhube,

und bemerkt man noch:

1. daß das bezüglich dieser Undichte von der Pumpe in der Zeiteinheit auszufaugende Luftvolumen mit der Zeit sowohl als mit der abnehmenden Dichte im Triebrohre beständig zunimmt, indem die äußere Luft im Augenblicke des Eindringens sich alsogleich zur inneren Dichte ausdehnt, d. h. in der ersten Secunde w , in der letzten hingegen schon $\frac{W}{\delta}$ Cubikfuße beträgt;

2. daß die Abnahme der inneren Dichte ebenfalls der Zeit der Wirkung der Pumpe verhältnißmäßig ist, indem $\frac{1+\delta}{2}$ die mittlere

Dichte aus der ersten und letzten Secunde, folglich $\frac{w}{1+\delta} = \frac{2w}{1+\delta}$

das mittlere Volumen für die Zeiteinheit, und $\frac{2w}{1+\delta} \times t$, das von der Pumpe ausgehobene Totalvolumen der Undichte darstellt; — so schließt man, daß:

$$W'' = \frac{2w}{1+\delta} \times t \quad (12)$$

demnach auch:

$$vt = W' + W'' = Vn' + \frac{2w}{1+\delta} \times t$$

woraus

$$t = \frac{(1+\delta) Vn'}{(1+\delta)v - 2w} \text{ Sec.} \quad (13)$$

und

$$n = \frac{vt}{V} \quad (14)$$

Beispiel: (jenes von Seite 84), d. h. $l = 2000$ Fuß; $d = 1\frac{1}{2}$; $W = 21204$; $V = 640$; $v = 160$; $\delta = 0\frac{1}{25}$; $w = 12\frac{44}{100}$.
Nach Gleichung (11) wird:

$$n' = \frac{\log 0\frac{1}{25}}{\log 21204 - \log (21204 + 640)} = \frac{-0\frac{6020599}{1000}}{-0\frac{009}{1000}} = 66$$

folglich aus Gleichung (13):

$$t = \frac{(1 + 0\frac{1}{25}) 640 \times 66}{(1 + 0\frac{1}{25}) 160 - 2 \times 12\frac{44}{100}} = 300 \text{ Secunden} = 5 \text{ Minuten};$$

und:

$$n = \frac{160 \times 300}{640} = 75.$$

So wie das erleidet auch die Luft einen Widerstand durch Reibung längs den Wänden der Röhren, in welchen sich dieselbe bewegt.

Die Folge davon ist eine beständige Verschiedenheit an Elastizitätskraft im Inneren der Röhre, oder wenn man will: eine continuirliche Veränderung im Dichtegrade der Luft längs der ganzen Röhre.

Nach den Gesetzen der Mechanik so wie auch nach den als vollkommen richtig anerkannten Erfahrungen des Herrn Dubuiffon (Frankreich) und Sutton (England), steht die Reibungsintensität der Luft für ein und denselben Röhrendurchmesser:

1. im Verhältniß der Berührungs- oder inneren Oberfläche der Röhre,

2. im Verhältniß einer Function des zweiten Grades der stattfindenden Geschwindigkeit,

3. im Verhältniß der Luftdichte.

Daraus kann entnommen werden, daß während der Thätigkeit der Pumpe der Luftverdünnungsgrad für verschiedene Sectionen der Triebrohre um so unvollkommener sein wird, je entfernter sich diese von der Pumpe befinden; und daß daher für den Zeitpunkt des Abganges des Zuges die innere Barometerhöhe im Pumpcylinder um die Größe dieses Depressionsbetrages wird höher stehen müssen, als diese sonst durch die vortheilhafteste Förderungsbedichte angedeutet wäre. Es kann aber zugleich, und zwar mit besonderer Beziehung auf den dritten Punct geschlossen werden, daß die Intensität dieser Depressionsmenge auf das atmosphärische System, für welches die Dichte der Luft zur kleinen Bruchzahl von $0\frac{1}{25}$ herabsinkt, von äußerst geringen, und in jedem Falle von um so mehr zu vernachlässigendem Einflusse sein wird, als es zur leichteren Ueberwindung des Trägheitsmomentes, ohnedieß stets üblich ist, vor Abgang des Zuges eine vollkommenere Luftverdünnung zu erzeugen, als solche durch die practisch vortheilhafteste Förderungsbedichte angezeigt wäre.

Nichtsdestoweniger habe ich mit Hinweisung auf die in der Mechanik dafür gegebenen Gleichungen diese Depressionsmenge für das auf Seite (84) und hier oben angeführte numerische Beispiel berechnet und gefunden, daß bei einer 12000 Fuß Länge und $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser haltenden Triebrohre, dann bei 20 Fuß Förderungs geschwindigkeit dieselbe nur $\frac{1}{4}$ Zoll betragen würde, d. h. daß um unmittelbar am Anfange der 12000 Fuß langen Triebrohre einer Luftdichte von $0\frac{1}{25}$ gewiß zu sein, es nöthig sei, den Barometer im Pumpcylinder auf eine Höhe von $21\frac{1}{2}$ Zoll anstatt auf eine Höhe von 21 Zoll zu treiben, ein Unterschied, welcher mit Berücksichtigung aller Nebenumstände für die gleichförmige Bewegung des Zuges von keinem Einflusse ist.

Ich muß bei dieser Gelegenheit bemerken, daß es bei der Anlage von Bahnen dieses Systemes stets zweckmäßig sein wird, wie dieß übrigens auch in Ringbahnen geschehen, unmittelbar vor dem Beginne einer Röhrensection, auf eine Länge von ungefähr 200 bis 250 Klafter sogenannte Beschleunigungsebenen zu errichten, welche in ihrer Neigung gegen abwärts gerichtet, der zu erstiegenden Ebene entgegenstehen. Diese Vorrichtung gewährt den doppelten Vortheil: dem abgehenden Zug in kürzerer Zeit zu seiner normalen Förderungs geschwin-

bigkeit zu verhelfen, den rückkehrenden hingegen zum Theil seiner lebendigen Kraft zu berauben.

Da nun dadurch der Zug bereits mit einer gewissen Geschwindigkeit in die Röhre eintritt, so bildet dieß einen weiteren Grund, die obenangeführte geringe Depressionsmenge rücksichtlich der Reibung der Luft als ausgeglichen zu betrachten.

Durch die bisher vorgenommenen Erörterungen und aufgestellten Gleichungen ist Jedermann in den Stand gesetzt, sich über die Dimensionsverhältnisse eines in diesem Systeme zu errichtenden oder bereits errichteten Apparates Rechenschaft zu geben. Ich hätte weiter nichts beizufügen, als auch in Rücksicht der dabei zu verwendenden Dampfmaschinen und deren Kessel, so wie über den nöthigen Bedarf an Brennmaterial u. c., die dafür entsprechenden Gleichungen und practische Daten anzugeben; doch glaube ich für eine möglichst einfache Darstellung des Gegenstandes zweckmäßiger zu handeln, alles hierauf bezügliche bei Gelegenheit der Ausarbeitung des am Eingange dieser Schrift erwähnten practischen Beispiels, zu welchem ich nun unmittelbar übergehe, übersichtsweise in Erwägung zu ziehen.

(Fortsetzung und Schluß folgt.)

Anwendung electrischer Uhren bei den Eisenbahnen.

Bekanntlich haben zwei oder mehrere noch so meisterhaft gearbeitete Uhren nach einiger Zeit einen ungleichen Gang, wovon selbst die astronomischen Uhren nicht ausgenommen sind. Bei den Bahnhof- und Stationsgebäuden, wo eine Vervielfältigung der Uhren vorkommt, sind dieselben zugleich eine sehr kostspielige Vorrichtung. Dieß ließ demnach auf ein Mittel sinnen, wie beide Uebelstände zu beheben wären, und zwar: um die Kosten der Uhrenapparate zu vermindern und eine durchaus gleiche Zeitangabe zu erzielen.

Die Electricität löste ganz neulich dieses wichtige Problem. Zwar ist die Anwendung dieses wunderbaren Fluidums auf das Uhrwerk nichts Neues, denn schon Steinhilf im Jahre 1839, Wheatstone, Bain und Brett in den Jahren 1840, 1841 und 1847, endlich der Belgier Gläserer haben jeder eine Lösung dieser Aufgabe angegeben, aber die Versuche mißglückten und noch heut zu Tage richtet keine Eisenbahn, außer den französischen, ihre Uhren mittelst Electricität.

Paul Garnier, ein Uhrmacher in Paris, hat das Verdienst, diese märchenhaft klingende Idee vollkommen practisch ausgeführt zu haben. Seine Apparate wurden bei der Nordbahn mit Beifall aufgenommen und bald werden alle Uhren an der Strecke bis Lille auf galvanischem Wege regulirt werden; die Eisenbahn nach Chartres hingegen benützt sie für alle Stationen und die Versailler besitzt sie schon lange. Werden einmal die telegraphischen Anstalten dem Privatinteresse auch eröffnet, dann reicht nur ein einfacher Draht hin, um die Stunde nicht nur den verschiedenen Uhren einer Station, sondern auch längs einer ganzen Strecke electrisch anzugeben.

Das jetzt angewendete System des electrischen Uhrwerkes besteht in folgenden Vorrichtungen.

In einer gewöhnlichen Uhr, Musteruhr, welche in regelmäßigen Zeitabschnitten die Fortpflanzung des electrischen Stromes nach einander unterbrechen und begünstigen kann; der Strom folgt den Windungen eines Leitungsdrathes, der vom Zinkpol ausgehend zum Kupferpole einer Batterie zurückkehrt, nachdem er verschiedene Punkte berührt, an denen die Stundenzeiger sich befinden, welcher Name uns ihrer einfachen Construction wegen geeigneter erscheint.

Jeder dieser Stundenzeiger ist mit einem Electromagnete versehen, um welchen sich der Leitungsdrath für die Electricität windet. Erlaubt nun die Musteruhr die Strömung des electrischen Fluidums, so erlangt der Electromagnet die Fähigkeit, einen kleinen beweglichen Anker von Eisen anzuziehen und zu rücken, welcher vermittelt eines Hebels das Sperrrad um einen Zahn vortreibt, an dem die Zeiger des Zifferblattes befestigt sind. In dem Augenblicke darauf unterbricht die Musteruhr den electrischen Strom, der Anker fällt zurück und das Sperrrad bleibt fest bis zum Wiederbeginn des Fortschreitens in dem nächsten Augenblicke; u. s. f.

Auf diese Art werden nun die Stundenzeiger, so groß auch ihre Anzahl sein mag, dem ihnen von der Musteruhr mitgetheilten Impulse mit der fortwährend gleichen Genauigkeit folgen.

In diesem Systeme ist die Vorrichtung, mittelst welcher die Musteruhr den electrischen Strom nach einander sperrt und öffnet, Herrn P. Garnier eigenthümlich. Wheatstone brachte an die Stelle des Steigrades ein Zwißchenrad an, aber ungeachtet seines geringen Gewichtes litt doch der regelmäßige Gang der Uhr. Der nämliche Tadel trifft auch die Apparate Bain's,

welcher, um zum erwähnten Resultate zu gelangen, entweder die Pendelflange oder den Sekundenzeiger fortwährend in eine Art reißender Berührung auf Eisen- und Kupferflächen brachte. Garnier stört weder den Gang des Mäderwerkes der Uhr, noch die der Pendelflange oder der Zeiger der Musteruhr, sondern er bringt an dasselbe ein Hilfsräderwerk an, welches ein Getriebe mit Triebstöcken versehen, in Bewegung setzt; die Welle dieses Getriebes wirkt nun mittelst seiner Stäbchen auf einen Hebel, welcher successive die electrische Strömung unterbricht und wieder herstellt. Die Bewegung der Triebstöcke wird übrigens durch die Spitzen eines kleinen Sternes geregelt, welcher sich auf der Achse des Steigrades der Uhr angebracht befindet. Die Einrichtung, welche bei den Stundenzeigern getroffen ist, daß das Sperrrad nur um einen Zahn und nicht um mehrere auf einmal durch die Wirkung des electrischen Stromes fortgetrieben wird, ist auch dem Herrn Garnier ganz eigenthümlich.

Schließlich bemerken wir noch, daß das Mittel, einer genauen, überall gleichen und zugleich wohlfeilen Zeitangabe heut zu Tage erfunden ist. Was die Eisenbahnen angenommen, wünscht auch der Baurath von Paris laut einer Eingabe an das Ministerium für öffentliche Arbeiten bei den Staatsgebäuden anzuwenden, bald werden auch die Privatgebäude diesem Gebrauche beitreten und es dürfte kaum ein Haus geben, das die richtige Zeitangabe, eben so wie jetzt das Wasser und das Licht, aus einem gemeinschaftlichen Mittelpunkt nicht holen würde. (J. d. ch. des fer.)

Ueber den Einfluß starker Steigungen auf die Herstellungskosten und Betriebskosten der Eisenbahnen.

Die in Betreff großer Steigungen bei den Eisenbahnen gemachten Versuche lieferten Resultate, welche die allgemeine Meinung über die Maximalgrößen in der Anlage von Steigungen und Rampen bei Eisenbahnen, bedeutend modificiren müssen. Da die hauptsächlichste Einwendung gegen das System starker Steigungen in der Vermehrung der Betriebskosten besteht, so wollen wir untersuchen, welcher Werth eigentlich diesem Einwurfe beigelegt werden kann.

Die Betriebskosten einer Eisenbahn bestehen:

In den allgemeinen Auslagen der Administration,

„ „ Kosten wegen Bewerksstelligen der Einnahme und der nöthigen Controle,

„ „ Unterhaltungs- und Aufsichtskosten,

„ „ Auslagen für das Personale in den Bahnhof- und Stationsgebäuden, und endlich in den Zugförderungskosten.

Was nun die allgemeinen Auslagen einer Bahn anbelangt, so brauchen wir nur zu erwähnen, daß dieselben mit jenem Bauplan abnehmen, welches eine bedeutende Verminderung des Anlagecapitals hervorbringt.

Die Auslagen wegen dem Bewerksstelligen der Einnahmen und der Controle stehen in gar keiner Beziehung mit der Trasse einer Eisenbahn und wir übergehen deshalb ihre Beschreibung.

Die Unterhaltungskosten wachsen mit der Wichtigkeit der Bauobjecte; die Höhe der Aufdämmungen, die Tiefe der Einschnitte erfordern immerwährend kostspielige Reparaturen; die Kunstbauten, besonders Holzconstruktionen erfordern zu ihrer Unterhaltung bedeutende Kosten. Die Bahn selbst, wenn sie einige Jahre befahren wird, erfordert Ausbesserungen wie immer auch die Trasse beschaffen sein mag. Der Einfluß schwieriger Bauten kann die allgemeinen Erhaltungskosten von 1000 (400 fl. C. M.) bis auf 6000 Franken (2400 fl. C. M.) per Kilometer (527 1/4 Wien. Kl.) jährlich vermehren. Vorausgesetzt, daß täglich 8 Züge in jeder Richtung abgehen, was für die Zweigbahnen eine bedeutende Frequenz ist, so werden sich die Erhaltungskosten der Bahn für den currenten Kilometer von 0.17 (4 Kr.) bis auf 1.02 Franken (24 1/2 Kr.) belaufen. Dieser mögliche Unterschied von 85 Centimen (20 1/4 Kr.) per Kilometer ist bei weitem größer, als die Beförderungskosten.

Die Auslagen für die Beaufsichtigung der Bahn, welche mit möglichster Deconomie hergestellt ist, und eine große Anzahl Niveauübergänge darbietet, können sich wohl zu einer bedeutenden Differenz durch letzteren Umstand erheben; indessen belaufen sich die Kosten für die Ueberwachung eines Schranken jährlich nicht über 250 (100 fl. C. M.) bis 300 Franken (120 fl. C. M.), wenn übrigens der Wächter mit der sonstigen Aufsicht der Bahn zweckmäßig betraut ist.

Die Ueberwachung der Barrieren über die Hauptcommunicationen kommt am theuersten zu stehen, da ein jeder solche Schranken die ganze Zeit des Wächters in Anspruch nimmt. Uebrigens glauben wir, nach den belgischen Eisenbahnen zu schließen, daß die Aufsichtskosten der Eisenbahnen mit zahlreichen Niveauübergängen nicht um mehr als 150 bis 200 Franken per Kilometer jährlich jene der Bahnen übersteigen, bei welchen alle Communicationswege entweder ober- oder unterhalb gehen.

Die Auslagen bei den Bahnhöfen und Stationen, welche die Besoldung der Angestellten, die Heizung, Beleuchtung und dgl. in sich begreifen, hängen einzig und allein von dem minderen oder größeren Zustusse der Reisenden und der Waarenverfahrungen ab, zugleich aber auch von der unsichrigen Ausmittlung der Seitenbahnen. Dieser letzte Punkt ist um so wichtiger, als die Unzulänglichkeit der Seitengeleise immerwährende Auslagen verursacht. Uebrigens ist

es leicht begreiflich, daß die Anlage der Bahnhof- und Stationsgebäude ganz unabhängig von dem gewählten Bauplätze der Bahn ist.

Die Fortschaffungskosten müssen in Folge der großen Steigungen eine Vermehrung erleiden; um nun diesen Mehrbetrag zu ermitteln, müssen die Kosten folgender Massen abgetheilt werden:

- Unterhaltung der Maschinen;
- Unterhaltung der Wagen;
- Gehalte der Locomotivführer und Feuerleute;
- Verbrauch an Brennstoff, Del, Fett und Wasser.

Die Erfahrung hat bewiesen, daß die Unterhaltungskosten der Locomotiven mit ihrer Stärke sehr unbedeutend wachsen, die hauptsächlichste Handlangerarbeit findet bei dem Abnehmen und Aufsetzen derjenigen Theile der Locomotive statt, welche oft nachgesehen und gerichtet werden müssen; der Unterschied im Gewichte dieser Theile zu denen einer schwächeren Maschine ist aber nicht so bedeutend, daß ein Mehrbetrag für die Handarbeit sich herausstellen würde.

Daselbe gilt auch von der Schmiedearbeit und dem Zurichten. Der Verbrauch an Materiale dürfte etwas mehr Kosten verursachen, indessen hat es sich gezeigt, daß starke Maschinen, die von Zeit zu Zeit nur mit dem möglichsten Kraftaufwande arbeiteten, viel später schadhast wurden, als die schwächeren Maschinen, welche beständig mit der vollen Kraft wirkten. Demnach ist es in Bezug auf Erhaltung und für bestimmte Lüge vorthellhaft, sich stärkeren Maschinen zu bedienen. Diese Thatsache läßt sich aus der Betrachtung erklären, daß die Metalle desto schneller abgenützt werden, je mehr sich der von ihnen auszuhaltende Druck den Grenzen ihrer Elasticität nähert, was bei den schwachen Maschinen der Fall ist.

Die Unterhaltungskosten der Wagen hängen augenscheinlich nicht von der Neigung der Schienen, über die sie gleiten, ab; die einzige Vermehrung derselben bei großen Steigungen wäre die Abnützung einiger Bremsen mehr.

Die Führungskosten der Maschinen nehmen auch nicht mit ihrer Stärke zu. Ein Führer und ein Heizer sind unumgänglich notwendig für die schwächsten und hinreichend für die stärksten Maschinen.

Wir kommen nun zu demjenigen Punkte, bei welchem ein Mehrbetrag nicht in Abrede zu stellen ist, und zwar zu dem des Verbrauches an Brennmaterial u. s. f. Auf einer mit sanften Steigungen versehenen Bahn betragen die Kosten für Brennstoff, Del, Fett und Wasser zwischen 40 und 50 Centimen (9½ bis 12 Kr.) per Kilometer für einen Zug von zehn Wagen im Gewichte von beiläufig 60 Tonnen (1088 Ztn.) ohne Maschine und Tender. Bei einer Geschwindigkeit von 40 Kilometer per Stunde werden 7 bis 8 Kilogramme (12½ bis 14½ Wien.

Pf.) Coke per Kilometer consumirt. Die notwendige Kraft zur Bewegung der Wagen und zur Ueberwindung des Widerstandes der Luft wird bei obiger Geschwindigkeit 10 Kilogramme (17½ Wien. Pf.) per Tonne (18¼ Ztn.) betragen, die Maschine eingerechnet. Bei Steigungen von 15 bis 20 Millimeter (87/11 bis 91/11) per Meter (37" . 11½) wird sich wohl die Zugkraft auf 25 oder 30 Kilogramme belaufen, beim Herunterfahren aber ist die Verminderung der Vermehrung gleich, und man gewinnt an Schnelligkeit und erspart an Brennstoff wieder, was man beim Auffahren verloren hat. Man muß auch erwägen, daß Steigungen, die über 20 oder mehr Millimeter betragen, nur auf einigen Punkten bei einer gewissen Ausdehnung der Bahn vorkommen können. Eine Eisenbahn, die auf den vierten Theil ihrer Länge Steigungen von 20 Millimeter per Meter (1:50) hat, muß zu den Ausnahmen gehören; und ist übrigens der Verkehr in beiden Richtungen so ziemlich gleich, so wäre der Verbrauch an Brennstoff höchstens um die Hälfte größer. In derselben Progression wächst auch das Erforderniß der anderen Materialien und die ganzen Kosten dürften von 40 und 50 Centimen (9½ bis 12 Kr.) auf 60 bis 75 Centimen (14 bis 18 Kr.) anwachsen. Vergleicht man diesen Mehrbetrag von 20 bis 25 Centimen mit den gesammelten Beförderungskosten des Zuges, so beträgt derselbe nicht mehr als 1/6 bis 1/4 dieser Kosten. Wir haben schon früher gesagt, daß durch die Einfachheit in der Construction größere Ersparnisse zu erzielen sind, die den Mehrbetrag der Transportkosten um vieles übertreffen, wenn man in den angegebenen Grenzen der Steigungen verbleibt; dieses reicht hin, wenn auch nicht so ganz allgemein, den Grundsatz aufzustellen, daß der Betrieb der Bahnen mit großen Steigungen keinen so außerordentlichen Schwierigkeiten unterliege, indem sich derselbe sogar manchmal günstiger als bei den gewöhnlichen Eisenbahnen herausstellen kann.

Zwar darf man den großen Uebelstand der Eisenbahnen mit starken Steigungen nicht verschweigen, der nämlich in der Beschränkung solcher Geschwindigkeiten, wie die der gewöhnlichen Bahnen sind, besteht, auch würden wir sie an den Hauptbahnen, wo die Geschwindigkeit der Hauptfactor ist, nicht anempfehlen, aber bei allen Zweigbahnen dürften wohl große Steigungen und ziemlich scharfe Krümmungen das einzige Mittel sein, um die Unternehmungen mit Erfolg durchzuführen. Diese Bahnen brauchen nur ein festes gut constructirtes Geleise, das aber zum größten Theile bloß den natürlichen Boden zum Unterbaue hat; die Kunstbauten, die Aufdämmungen, die Gebäude wegen Betrieb müssen auf das Allernothwendigste beschränkt werden, dann gibt es noch schöne Unternehmungen, die ausgeführt werden können.

(Schluß folgt.)

IV. Verzeichniß

jener im Jahre 1848 in Deutschland erschienenen Werke, welche auf die im Ingenieur-Vereine vertretenen Wissenschaften Bezug nehmen *).

(Von Jänner bis Juni.)

E. Mathematisches.

- Houbroy, Wilhelm Heinrich v.,** Hauptmann zc., Sammlung von algebraischen Aufgaben, zum Gebrauche bei dem Unterrichte. 1. Abtheilung: Aufgaben. gr. 8. Dresden, Adler und Dieke. 1/2 Thlr.
- Scharpf, C. W.,** Präceptor, die geometrische Formenlehre in Verbindung mit dem geometrischen Zeichnen zum Gebrauche an Gymnasien, Real-schulen und gehobenen Volksschulen, so wie zum Selbstunterrichte bearbeitet. Mit einem Anhang, kurze Sätze zur Wiederholung enthaltend, nebst 21 (lith.) Tafeln. gr. 8. Ulm, Wohler. geh. . . 1 Thlr.
- Schlömilch, Dr. Professor Oscar,** Handbuch der Differenzial- und Integralrechnung. 3. Lieferung: Integralrechnung. 1. Hälfte. gr. 8. 1 Kupfertafel. Greifswald, Otte. geh. 1 Thlr.
- analytische Studien. 1. Abtheilung, enthält: Theorie und Tafel der Gammafunctionen nebst deren wichtigsten Anwendungen. gr. 8. Leipzig, W. Engelmann. geh. 1½ Thlr.
- 2. Abtheilung, enthält: die Fourier'schen Reihen und Integrale nebst deren wichtigsten Anwendungen. gr. 8. Ebenb. geh. . . . 1½ Thlr.
- Schulz v. Straußnitz, Dr. Professor L. C.,** gemeinverständliche Anleitung zur Rechnung in Decimalbrüchen. gr. 8. Wien, Gerold's Verlagsbuchh. geh. 8 Ngr.
- Tafeln der Logarithmen, der natürlichen Zahlen und andere für Practiker brauchbare Tafeln. (abgedruckt aus dessen Handbuch der Arithmetik zc. für Practiker) gr. 8. Wien Gerold's Verlagsbuchh. geh. . . 8 Ngr.

*) Die hier angeführten, so wie die früher namhaft gemachten Werke, können sämmtlich durch die L. W. Seidel'sche Buchhandlung, innere Stadt Nr. 1122 bezogen werden.

- Stahl, Oberförster,** Cubictabelle für runde Hölzer. Neu berechnet. 16. Berlin 1847, Mylius'sche Sor. = Buchhandlung in Comm. cart. . . 1/3 Thlr.
- Vega, Georg Freiherr v.,** logarithmisch-trigonometrisches Handbuch. 30. Auflage oder 12. Abdruck der neuen Stereotypen-Ausgabe. Herausgegeben von Dr. J. A. Hülße. Schmal 4. Leipzig, Weidmann. . . 1¼ Thlr.
- Wos, H.,** geometrische Zeichenlehre zum Selbstunterricht für Handwerker, so wie zum Gebrauche in Gewerkschulen. 1. Abtheilung: Ebenen-Zeichnung. (Abgedruckt aus der „Werstatt“) gr. 8. Hamburg 1847, Verlagscompiltoire geh. 8 Ngr.
- Figurentafeln hierzu. qu. gr. 4. (12 Steintafeln) Ebd. 1847. geh. 12 Ngr.
- Wiegand, Dr. August,** Oberlehrer, geometrische Lehrsätze und Aufgaben aus des Herrn Professors C. F. A. Jacobi Anhängen zu van Swinden's Elementen der Geometrie. Mit Beweisen, Auflösungen und Ergänzungen. II. Band. 1. Abtheilung. gr. 8. mit 16 Steintafeln. Halle, Schmidt. geh. 1 Thlr.
- Wilde, Dr.,** Professor Wilhelm August, Lehrbuch der Mathematik für den Schul- und Selbstunterricht. 2. Band. A. u. d. T. Lehrbuch der Arithmetik. 2 Bände die Gleichungs-, Beziehungs- und Combinationslehre. Mit 1 (lith.) Figurentafel. gr. 8. Leipzig, Breitkopf und Härtel. geh. 1/6 Thlr.
- Winkler, Adler v. Brückenbrand, Prof. Georg,** Lehrbuch der Rechenkunst und Algebra. Zum öffentlichen Gebrauche für Individuen, die sich dem Forstfache, der Meß- und Baukunst widmen, so wie zum Selbstunterricht für jeden Liebhaber dieser Wissenschaft. 4. vermehrte und zeitgemäß verbesserte Auflage. gr. 8. Wien, Braumüller und Seidel. Verlag geh. 2 Thlr.
- Wölfer, Marius,** Bauinspector, grünlische und praktische Anweisung zur Berg- und Forstwirtschaft. Enthält: die Aufnahme, Messung, Auftragung, Berechnung und Theilung der Forstreviere und specieller Bestände zc. Ein Handbuch zum Selbstunterricht für Unterförster, Forstgehilfen zc. Mit 1 Folio = Zeichnung, den Unterricht zum Vergewissen betreffend und 4 (lith.) Special-Forstkarten. gr. 8. Lueblinburg, Wasse. . . 1/6 Thlr.